

2.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Ткаченко Р.Б. Прочность анкеровки арматуры класса А500С акриловыми клеями // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: 36. наук. праць. – Рівне, НУВГП, 2008. – Вип.16. – Ч.2. – С.410-417.

3.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Ткаченко Р.Б. Длительная прочность анкеровки арматуры класса А500С акриловыми клеями // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2008. – Вип.46. – С.110-114.

4.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Щербов В.Ю. Технология закрепления в бетоне арматурных стержней класса А500С акриловыми клеями // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – Вип.56. – С.136-142.

5.Золотов М.С., Щербов В.Ю. Технологические параметры заделки арматурных стержней периодического профиля в бетон акриловыми клеями // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – Вип.58. – С.142-147.

6.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Щербов В.Ю. Влияние некоторых технологических факторов на прочность и деформативность клеевой анкеровки арматурных стержней // Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве: IX междунар. науч.-техн. конф.; материалы конф. – Харьков: ХНАГХ, 2010. – С.64-66.

7.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Щербов В.Ю. Определение времени установки арматурных стержней в скважину бетона и оптимального замеса акрилового клея // Комунальне господарство міст: Наук.-техн. зб. – Харків: ХНАМГ, 2011. – Вип.99. – С.401-409.

8.Золотов С.М. Жизнеспособность акриловых клеев // Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології: Вісник Донбас. нац. акад. будівництва і архітектури. – Макіївка: ДНАБА, 2005. – Вип. 8(56). – С.74-79.

Получено 04.10.2011

УДК 624.012.25

Є.М.БАБИЧ, д-р техн. наук, В.С.ДОВБЕНКО

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

МІЦНІСТЬ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ ПОЛІМЕРНОЮ КОМПОЗИЦІЄЮ

Наведено результати експериментальних досліджень щодо впливу полімерної композиції на роботу залізобетонних балок при короткочасному навантаженні.

Приведены результаты экспериментальных исследований по влиянию полимерной композиции на работу железобетонных балок при кратковременном нагружении.

The results of experimental studies on strengthening and rehabilitation of reinforced concrete beams polymer's composition during single short-term loading.

Ключові слова: підсилення, полімерна композиція, міцність, деформативність, тріщиностійкість.

Характерною особливістю будівельного фонду України є будівлі і споруди старої забудови. Довготривала експлуатація цих будівель і споруд призводить до пошкоджень та дефектів, які вичерпали або на межі нормативного строку служби і не відповідають вимогам нормальної експлуатації. Для усунення даної проблеми в цьому напрямку розроблені нові та ефективні технології підсилення і відновлення будівельних конструкцій.

Підсиленню і ремонту будівельних конструкцій присвятили свої роботи Барашиков А.Я., Боярчук Б.А., Валовой О.І., Веселовський Р.А., Золотов М.С., Шагин О.Л., Шутенко Л.М. [1-8] та ін. Аналізуючи вищезазначені роботи вчених, можна відмітити, що ефективних та перспективних методів, призначених для ремонту, відновлення і підсилення будівельних конструкцій, у порівнянні з традиційними методами, є чимало. Різні методи та способи наросування, епоксидні, акрилові клеї та композиції. Але особливе місце серед полімерних композицій займає композиція «Силор», застосування якої обумовлюється її високою економічною ефективністю, відносно низькою вартістю та малими трудозатратами. Застосування даної композиції дозволяє вирішувати задачі, необхідні для забезпечення надійності будівельних конструкцій та споруд.

"Силор" – це одно- або двохкомпонентна полімерна композиція, яка за зовнішнім виглядом нагадує гас. До її складу входить спеціальний мономер, твердіння якого відбувається під дією катіонів солей та основ, що завжди присутні в тілі бетону. Мономер після полімеризації (твердіння) перетворюється в полімер. При нанесенні на бетонні чи залізобетонні конструкції композиція проникає та просочує його пори і хімічно взаємодіє з матеріалами, які знаходяться на поверхні пор. Така взаємодія призводить до утворення нового композитного матеріалу, міцного та герметичного. Затвердівши, полімерна композиція екологічно безпечна – не токсична і не горить. Для залізобетонних конструкцій особливий інтерес являє собою її здатність просочувати продукти корозії металу і на далі запобігати можливості корозії.

Слід зазначити, що питання роботи залізобетонних елементів, підсилених або відновлених полімером «Силор», потребує спеціального вивчення. Даних щодо роботи стиснутих і згинальних залізобетонних елементів під дією короточасних навантажень, підсилених або відновлених полімерною композицією «Силор», досить мало, а під дією довготривалих і повторних навантажень – взагалі відсутні.

В даній роботі за мету поставлено дослідити міцність, жорсткість та тріщиностійкість залізобетонних балок прямокутного профілю, підсилених і відновлених полімерною композицією.

В експериментальних дослідженнях було поставлено такі задачі:

- встановити особливості роботи залізобетонних балок, підсилених і відновлених полімерною композицією;
- визначити вплив полімерної композиції на розвиток деформацій у стиснутій та розтягнутій зонах;
- визначити вплив полімерної композиції на жорсткість та розвиток тріщин в залізобетонних балках.

Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено три типи дослідних залізобетонних балок прямокутного профілю розміром 100×200×2000 мм, кожний тип налічував три зразки. Балки армувалися зварними каркасами з поздовжньою робочою арматурою 2Ø14 мм класу А500С та поперечною арматурою Ø6 мм А 240С з кроком 100 мм (рис.1). Коефіцієнт поздовжнього армування склав $\mu=2,19\%$.

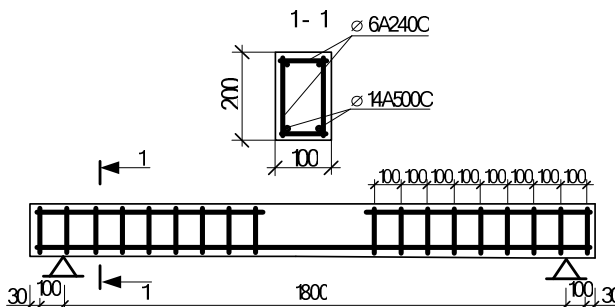


Рис.1 – Схема армування балок

Дослідні зразки – балки, куби та призми були продукovanі з важкого бетону заводського виготовлення. Балки формувалися в касетній опалубці. Одночасно з цієї ж бетонної суміші виготовлялися бетонні зразки – куби та призми, які використовувалися для визначення фізико-механічних характеристик бетону.

Залізобетонні балки підсилювалися за допомогою двохкомпонентної полімерної композиції «Силор». Змішування компонентів здійснювалося у співвідношенні 1:4 (одна частина – компонент 1: поліізоціанат+трихлоретилфосфат, чотири частини – компонент 2: етилацетат).

Спочатку випробовувався перший тип балок – контрольні балки БК-1,2,3, які не піддавалися обробці полімерною композицією. Далі випробовувався другий тип – балки БС-1,2,3, які до початку випробувань у віці 90 діб були підсилені полімерною композицією. Для кращого проникнення композиції в структуру пор бетону попередньо поверхня балок була ретельно очищена від бруду та пилі. Зважаючи на це, зі всіх граней було зняте “цементне молоко”, після чого поверхня балок набула шорсткості. Нанесення композиції здійснювалося поступово в міру проникнення її в бетон за допомогою пензля через кожні 10-30 хв. до повного насичення. Ознакою насичення балок полімером була поява на них глянцевої поверхні темно-коричневого

кольору. Витрата полімеру на балки БС склала 2,1 л. Середні витрати на 1 м² поверхні склали 580 мл. Оброблені дослідні балки витримувалися на протязі 60 діб до початку випробувань.

Третій тип балок – балки БВ-1,2,3, які спочатку піддавалися навантаженню до $0,8F_u$, після чого навантаження повністю знімалось. Утворені тріщини в балках розшивалися за допомогою будівельного шпателя і були зароблені будівельним розчином у співвідношенні 1:3 (цемент:пісок) з використанням цементу марки 400, після чого просочувалися за тією ж методикою, що і балки БС.

Дослідні балки випробовувалися як вільно лежачі на двох опорах, що статично завантажувалися двома зосередженими силами F (рис.2).



Рис.2 – Загальний вигляд установки випробувань дослідних балок

Дослідження проводилися у віці 160-180 діб. На усі балки прикладалося навантаження ступенями по 0,1 від максимального до самого руйнування.

На кожному ступені навантаження здійснювалася витримка 10-15 хв., під час якої знімалися показники по приладах, вимірювалася ширина розкриття тріщин та виконувався візуальний огляд зразків. Схему завантаження балок зосередженими силами та розташування вимірювальних приладів наведено на рис.3.

Деформації бетону вимірювалися за допомогою тензорезисторів на базі 50 мм та індикатора годинникового типу на базі 200 мм з ціною поділки 0,001 мм. Деформації розтягнутої робочої арматури також вимірювали за допомогою тензорезисторів на базі 20 мм. Ширину розкриття тріщин фіксували мікроскопом з ціною поділки 0,02 мм.

Прогини балок вимірювали прогиномірами 6ПАО з ціною поділки 0,01 мм.

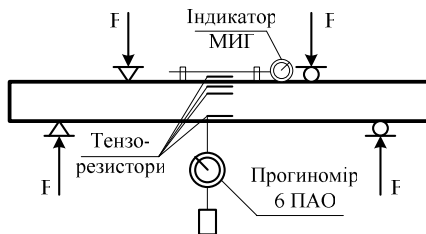


Рис.3 – Схема завантаження балок та розташування вимірювальних приладів

Перед випробуванням балок визначалися фізико-механічні характеристики матеріалів. Міцність бетону була визначена за результатами випробування кубів та призм на стиск. Випробування здійснювали на пресі ПГ – 100 за стандартною методикою у віці 160 діб: кубова міцність склала $f_{cm, cube} = 30,2$ МПа; призмova – $f_{cm, prism} = 26,7$ МПа; модуль пружно-пластичності бетону – $E_{cm} = 43,3 \times 10^3$ МПа. Максимальні деформації бетону склали $\epsilon_{cu} = 175,5 \cdot 10^{-5}$. За результатами стандартних випробувань арматурних стержнів визначили, що умовна межа текучості склала $f_{yk} = 534,9$ МПа, межа міцності – $f_t = 727,7$ МПа. Максимальні деформації арматури склали $\epsilon_u = 232,4 \cdot 10^{-5}$.

Руйнування дослідних балок відбувалося одночасно по розтягнутій і стиснутій зонах внаслідок досягнення в арматурі напруженнями межі текучості та виколування бетону. Середні значення руйнівних навантажень наведено в таблиці.

Результати випробування дослідних балок

Марка балок	Руйнівне навантаження		Максимальний прогин в середині прольоту f_{max} , мм	Максимальна ширина розкриття тріщин, w_{max} , мм	Виникнення перших нормальних тріщин, $2F_{crs}$, кН
	$2F_u$, кН	M_u , кН·м			
БК-1,2,3	79,5	23,7	18,8	0,37	8
БС-1,2,3	82,8	25,7	16,1	0,23	24
БВ-1,2,3	101,0	30,3	16,0	0,23	24

Балки БВ, які спочатку одноразово були навантажені до рівня приблизно $0,8F_u$, що спричинили тріщини 0,2 мм, відновлювалися і повторно випробовувалися статичним навантаженням. Їхнє руйнування

відбувалося при навантаженні $2F_u = 101,0$ кН, що на 21% більше, ніж середнє для балок БК.

Слід зазначити, що застосування полімерної композиції значно підвищує жорсткість балок. Графік прогинів балок наведено на рис.4. Максимальний прогин балок БК при навантаженні $2F_u = 79,5$ кН склав $f_{max} = 18,8$ мм, а прогин балок БС – $f_{max} = 16,1$ мм при навантаженні $2F_u = 82,8$ кН. Отже, навіть при більшому навантаженні прогин балок БС менший майже на 15%. У відновлених балках БВ, взагалі, максимальний прогин склав $f_{max} = 16,0$ мм при навантаженні, що на 15% більше ($2F_u = 101,0$ кН) в порівнянні з балками БК.

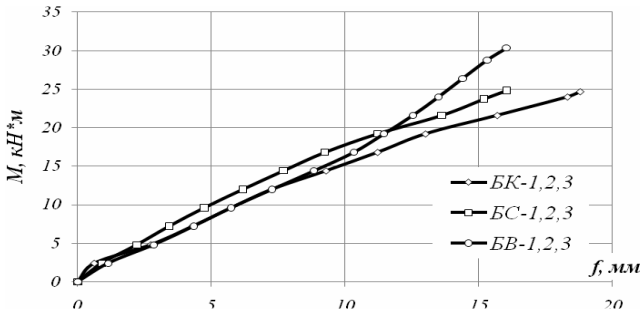


Рис.4 – Графік розвитку прогинів в середині прольоту балок

Деформації стиснутих волокон бетону та деформації розтягнутої арматури наведено на рис.5.

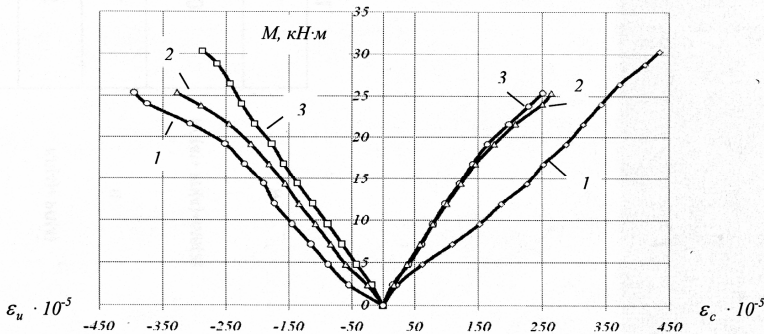


Рис.5 – Деформації стиснутої грані бетону ε_c і деформації розтягнутої арматури ε_u :
1 – БК-1,2,3; 2 – БС-1,2,3; 3 – БВ-1,2,3.

В усіх балках, що були оброблені полімерною композицією, спостерігалася суттєве уповільнення процесу утворення та розкриття

тріщин. Перші нормальні тріщини у контрольних балках БК виникали при навантаженні $2F_{crc} = 8$ кН, а у балок БС і БВ перші нормальні тріщини зафіксовані при $2F_{crc} = 24$ кН. Зі збільшенням навантаження довжина та ширина розкриття тріщин збільшувалася. Графік розвитку тріщин зображено на рис.6. Для балок БК максимальна ширина розкриття тріщин зафіксована $w_{max} = 0,37$ мм, тоді як для підсилених балок БС і відновлених БВ максимальна ширина розкриття склала $w_{max} = 0,23$ мм, що на 39% менше.

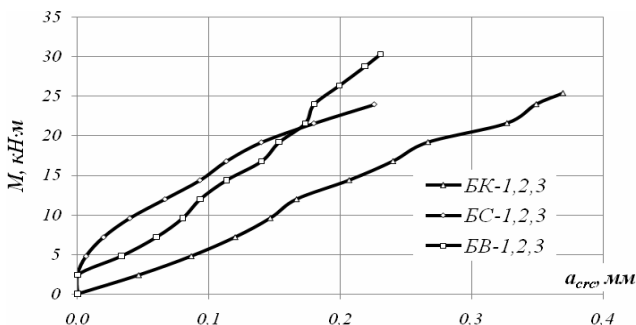


Рис.6 – Графік розвитку ширини розкриття нормальних тріщин в середині прольоту балок

Таким чином, виконані експериментальні дослідження свідчать, що застосування даної композиції дає можливість підвищити міцність, жорсткість і тріщиностійкість нових та пошкоджених залізобетонних балок і є одночасно ефективним та економічним способом.

1.Бабич Є.М. Вплив полімерної композиції «Силор» на міцність, деформативність та тріщиностійкість залізобетонних балок при дії статичних навантажень / Є.М. Бабич, В.С. Довбенко // Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Рівне: НУВГП, 2009. – Вип.18. – С.442-448.

2.Барашиков А.Я. Влияние способа усиления на прочность, трещиностойкость и прогибы железобетонных балок / А.Я. Барашиков, М. Блалі // Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Рівне: УДУВГП, 2003. – Вип.9. – С.416-424.

3.Боярчук Б.А. Експериментальні дослідження прогинів згинальних залізобетонних елементів, підсилених різними способами / Б.А. Боярчук // Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Рівне: УДУВГП, 2002. – Вип.8. – С.64-67.

4.Валовой О.І. Порівняння ефективності варіантів підсилення залізобетонних елементів, що працюють на згин / О.І. Валовой, О.Ю. Єременко // Ресурсоекономі матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Рівне: УДУВГП, 2006. – Вип.14. – С.455-461.

5.Веселовский Р.А. Восстановление эксплуатационных свойств строительных конструкций с применением новых полимерных материалов / Р.А. Веселовский, Е.Н. Шаля // Новини науки Придніпров'я. Наук.-практ. журнал „Інженерні дисципліни”. – Дніпропет-

ровськ: Дніпро-VAL, 2004. – №4. – С.20-23.

6.Золотов М.С. Исследование прочности и трещиностойкости бетона на растяжение, усиленного акриловым полимерраствором / М.С. Золотов, Л.Н. Шутенко, М.Ю. Смолянинов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Рівне: НУВГП, 2004. – Вип.11. – С.189-195.

7.Шагин А.Л. Усиление эксплуатируемых балочных конструкций локальным обжатием / А.Л. Шагин, М.Ю. Избаш // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2005. – Вип.62. – Т.2. – С.316-321.

8.Шутенко Л.Н. Использование акриловых клеев для реконструкции и ремонта зданий и сооружений / Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов, А.О. Гарбуз, С.М. Золотов // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2000. – Вип.54. – С.810-814.

Отримано 10.11.2011

УДК 725 : 69.059.2

В.В.САВЙОВСКИЙ, д-р техн. наук, М.Н.ДЖАЛАЛОВ

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УСТРОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ СТЕН СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ

Приведена классификация конструктивных решений и трудоемкости устройства теплоизоляции стен различными способами.

Наведено класифікацію конструктивних рішень та трудомісткості влаштування теплоізоляції стін різними способами.

Classification of constructive decisions and labor input of the device of a thermal protection of walls is resulted in the various ways.

Ключевые слова: энергосбережение, технология устройства теплоизоляции.

В последние годы, вследствие значительного удорожания энергии, затрачиваемой на обогрев зданий, теплоизоляция наружных ограждающих конструкций стен стала одной из центральных проблем. Исследования проблемы энергосбережения [1] свидетельствуют о том, что за счет устройства дополнительной теплоизоляции можно получить снижение энергопотребления на 40-60%.

Существенного опыта устройства эффективной теплоизоляции наружных ограждающих конструкций в отечественной практике нет. Данные работы в нашей стране начали выполняться лишь в последние 12-15 лет. За это время на строительном рынке страны сформировались основные способы устройства теплоизоляции наружных стен, они уже становятся типовыми. Наиболее широко в последние годы применяются следующие способы:

- теплоизоляция типа «вентилируемый фасад»;
- скрепленная теплоизоляция;
- теплоизоляция по типу «колодцевой кладки» со слоем утеплителя;